FIBROCAPSA JAPONICA (RAPHIDOPHYCEAE), ALGUE PLANCTONIQUE NOUVELLE POUR LES CÔTES DE FRANCE

C. BILLARD

Laboratoire de Biologie et Biotechnologies marines (Phycologie),
Université de Caen, 14032-Caen Cedex, France.

RÉSUMÉ - La présence de *Fibrocapsa japonica* Toriumi et Takano (Raphidophyceae) est rapportée pour la première fois en France, sur les côtes normandes de la Manche. Les caractères cytologiques originaux qui permettent une identification aisée de ce phytoflagellé monospécifique, inconnu jusqu'ici en Europe, sont illustrés. Les potentialités néfastes des efflorescences à Raphidophyceae marines sont rappelées et les trois autres genres à rechercher en France sont évoqués.

ABSTRACT - The presence of *Fibrocapsa japonica* Toriumi et Takano (Raphidophyceae) is reported for the first time in France, on the Channel coasts of Normandy. The peculiar cytological characteristics which permit [redacted] easy identification of this monospecific phytoflagellate, unknown so far in Europe, are illustrated. The fact that marine raphidophyte blooms may be harmful is recalled with a reminder of the three other genera to be looked for in France.

MOTS CLÉS : Côtes normandes, *Fibrocapsa*, phytoplancton nuisible, Raphidophycées.

INTRODUCTION

Dans le cadre du Programme National "Efflorescences algales marines toxiques" (PNEAT), nous réalisons depuis plus de deux ans un recensement et un suivi de la flore phytoplanctonique estivale d'un secteur sensible des côtes normandes. Depuis mai 1991, le suivi est hebdomadaire. L'accent est mis plus particulièrement sur la surveillance des phytoflagellés à potentialités néfastes. En dehors des dinoflagellés (Dinophycées) qui renferment la majorité des espèces toxiques connues, les autres phytoflagellés marins nuisibles, en nombre restreint jusqu'ici, se rencontrent pour l'heure dans trois classes distinctes: Prymnésiophycées (3 genres), Dictyochophycées (1 genre) et Raphidophycées (4 genres). A noter que la seule espèce néfaste connue chez les Chrysophycées, *Aureococcus anophagefferens* Hargraves et Sieburth est une algue coccoïde et picoplanctonique (Sieburth *et al.*, 1988).

Les Prymnésiophycées dans leur ensemble sont bien représentées sur nos côtes et ont fait l'objet de nombreux travaux, notamment à Caen. Les Dictyochophycées (Silicoflagellés) sont également présentes avec le genre cosmopolite néfaste, voire toxique, *Dictyocha* Ehrenberg. Au contraire, les Rhaphidophycées (= Chloromonadophycées ou chloromonadines) qui renferment plusieurs genres marins toxiques n'ont été que très rarement signalées sur

Source : MNHN, Paris

le littoral français, et toujours dans la région méditerranéenne, avec en l'occurrence une seule espèce du genre *Chattonella*, *C. subsalsa* Biecheler. Décrite dans des salins près de Sète (Biecheler, 1936) et retrouvée en 1976 par Mignot dans la même localité, cette espèce a été reconnue comme responsable d'une eau colorée dans la baie de Villefranche-sur-mer en 1961 (Trégouboff, 1962). Malgré des prospections assez régulières sur le littoral normand depuis près d'une vingtaine d'années, nous n'avions rencontré jusqu'ici aucune chloromonadine.

L'objet de la présente note est de rappeler la découverte en France d'une autre Raphidophycée marine, *Fibrocapsa japonica*, qui vient d'être observée tout récemment (octobre 1991) en Normandie dans le cadre du PNEAT. Addition nouvelle pour la flore française, cette algue décrite à l'origine du Japon (Toriumi & Takano, 1973) est également nouvelle pour le recensement des espèces nuisibles ou potentiellement nuisibles des côtes françaises, tel qu'établi dans un ouvrage du PNEAT (Sournia *et al.*, 1991). Par ailleurs ce phytoflagellé n'a, à notre connaissance, jamais été signalé sur les côtes européennes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Depuis mai 1991 et en fonction des conditions météorologiques, la Station marine de Luc-sur-mer (Calvados) nous fournit un trait hebdomadaire de plancton récolté par bateau et au filet (maillage: 15 µm) dans les eaux de surface de Luc, au Quihot, à 1500m de la côte. Le matériel est ramené rapidement au laboratoire à Caen où il est toujours traité vivant. Après un temps de repos (1-2 h ou plus) qui permet aux phytoflagellés de migrer en surface, ainsi qu'une décantation partielle des diatomées et des sédiments, plusieurs prélèvements sont effectués, en surface et au fond du récipient, et examinés au microscope.

Fibrocapsa japonica a été observé dans deux échantillons seulement, le 16 octobre 1991 (température de l'eau: 14°C) et le 30 octobre 1991 (13°C). Il n'a pas été détecté dans l'échantillon du 25 octobre 1991. Depuis la fin octobre 1991, et bien que des prélèvements réguliers aient été effectués en novembre et en décembre notamment, il n'a pas été retrouvé.

Les individus observés proviennent de l'un ou l'autre des prélèvements ci-dessus. Les cellules ont été examinées et photographiées avec un microscope interférentiel LEITZ Orthoplan, sans fixation préalable.(1)

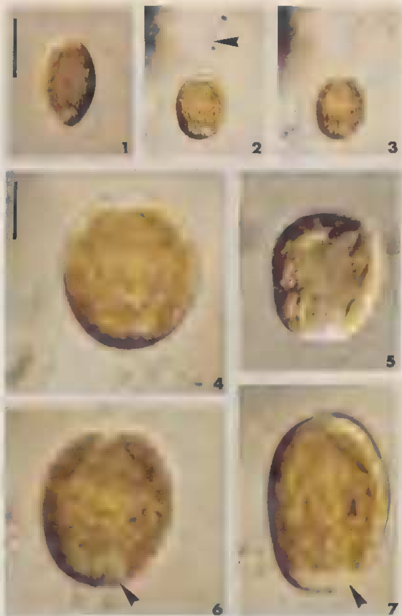
OBSERVATIONS

Les cellules observées sont nues, tantôt allongées et ovoïdes (longueur = 37 µm au maximum; fig. 1), tantôt plus ramassées et arrondies (longueur = 22 µm; Fig. 5), de section circulaire ou très légèrement aplaties (largeur 20 µm en moyenne). Même chez les individus allongés, il n'y a pas de queue postérieure différenciée comme c'est le cas chez certaines espèces de *Chattonella*. Les cellules se déplacent assez lentement vers l'avant en tournoyant sur elles-mêmes. Ce mouvement est assuré par deux flagelles sub-égaux insérés à l'avant dans une petite dépression; le fouet antérieur est locomoteur et tire la cellule tandis que le fouet postérieur demeure raide et appliqué le long du

---

(1) Note ajoutée en cours d'impression: *Fibrocapsa japonica* vient à nouveau d'être observé à Luc-sur-Mer, le 29 juillet 1992, sans provoquer d'efflorescence.

Source : MNHN, Paris



Figs. 1-7: *Fibrocapsa japonica* Toriumi et Takano. Fig. 1: individu de forme ovoïde. Figs. 2-3: deux vues d'une même cellule, moins allongée, dont la moitié inférieure est lestée de mucocystes. L'emplacement du noyau central est visible (fig. 2) ainsi que le flagelle antérieur (flèche) - Echelle 25 μm pour les figs. 1-3. Fig. 4: noter le réseau serré de chloroplastes. Fig. 5: vue montrant l'existence de chloroplastes pariétaux distincts et renflés. La région centrale correspond au noyau avec sa chromatine granuleuse; deux mucocystes allongés sont visibles. Fig. 6-7: deux individus différents avec mise au point sur la rangée antapicale de mucocystes (flèches) - Echelle 10 μm pour les figs. 4-7.

Source : MNHN, Paris

corps cellulaire. Ces flagelles sont difficiles à observer (Figs. 2, 3) d'autant que les cellules semblent, sans dommage, les perdre très facilement.

Comme toutes les chloromonadines, *Fibrocapsa japonica* possède un grand nombre de chloroplastes discoïdes, situés à la périphérie de la cellule: nous en avons compté plus de 25 et jusqu'à une trentaine ont été dénombrés chez cette espèce (Loeblich & Fine, 1977). Leur couleur jaune d'or à brun rappelle tout à fait celle des plastes des diatomées et nous avons même pensé dans un premier temps que ces cellules de *Fibrocapsa* représentaient des fragments protoplastiques expulsés de cellules de diatomées sénescentes, notamment d'*Odontella sinensis* (Gréville) Grunow qui dominait dans nos deux prélèvements. Les auteurs japonais (Toriumi & Takano, 1973; Hara & Chihara, 1985) insistent sur le fait que les plastes chez *Fibrocapsa japonica* sont étroitement accolés au point de donner l'apparence d'un seul chromatophore réticulé. S'il est vrai que les plastes sont effectivement serrés les uns contre les autres dans ce genre (Fig. 4) une bonne observation permet de déceler l'existence de nombreuses entités plastidiales distinctes (Fig. 5) confirmées par l'existence d'un renflement central dans chacune d'elles et correspondant au pyrénoïde. L'existence d'un ensemble d'une trentaine de chloroplastes brun-jaune étroitement accolés constitue néanmoins un caractère distinctif du genre *Fibrocapsa*. Comme chez toutes les Raphidophycées, il n'y a pas de stigma et le noyau, volumineux et sphérique, occupe le centre de l'endoplasme: son emplacement est bien bien visible (Figs. 2 et 5).

Un autre caractère remarquable chez *Fibrocapsa* est la présence de mucocystes (appelés aussi trichocystes par certains auteurs) de grande taille (2,5 à 4 μm de long): allongés et en forme de cigare, ces organites sont répartis dans la moitié inférieure de la cellule (Figs. 2, 3) et plus particulièrement au pôle postérieur où ils constituent une rangée très apparente de 5-6 éléments réfringents (Figs. 6, 7). La forme et la disposition de ces mucocystes, susceptibles de s'éjecter sous l'effet d'un traumatisme mécanique en formant des filaments muqueux, sont un caractère spécifique, voire générique de *Fibrocapsa* (Hara *in* Fukuyo *et al.*, 1990). Diverses Raphidophycées possèdent des trichocystes ou des mucocystes mais leur forme ainsi que leur disposition sont bien différentes de celles observées chez *Fibrocapsa japonica*. L'espèce est en outre dépourvue de globules osmiophiles apparents comme il en existe chez diverses *Chattonella*.

Dans le premier prélèvement observé (16 octobre), les cellules de *Fibrocapsa* ont été récoltées en surface de l'échantillon de plancton ramené au laboratoire, au sein de fragments flottants muqueux et brunâtres. Ces "peaux" qui avaient piégé des particules sédimentaires et diverses diatomées renfermaient, outre *Fibrocapsa*, un cortège non négligeable de *Nephroselmis*, petites Prasinophycées unicellulaires flagellées rarement signalées dans les relevés phytoplanctoniques. Dans le second prélèvement (30 octobre), les cellules de *Fibrocapsa* ont au contraire été récoltées au fond du récipient, après décantation du matériel: les *Fibrocapsa* étaient là encore accompagnés d'une population importante de *Nephroselmis* et de diatomées benthiques. Bien que la présence de kystes soit connue chez *F. japonica* (Yoshimatsu, 1987), ils n'ont pas été détectés dans nos prélèvements. Nous n'avons par ailleurs observé aucun phototactisme pour les cellules flagellées de *Fibrocapsa*. La faible quantité de matériel récolté ne nous a pas permis de tenter des isolements pour mise en culture.

Source : MNHN, Paris

DISCUSSION

La classe des Raphidophycées renferme un nombre réduit de genres, tous unicellulaires et flagellés. Les représentants dulçaquicoles ont pendant longtemps été les mieux connus, avec notamment deux genres décrits au siècle dernier, *Gonyostomum* Diesing et *Vacuolaria* Cienkowsky, présents dans les eaux acides du monde entier. Les Raphidophycées marines ont été récemment recensées (Sournia, 1986; Chrétiennot-Dinet, 1990) et totalisent quatre genres: *Fibrocapsa* Toriumi et Takano, *Olisthodiscus* Carter, *Heterosigma* Hada et *Chattonella* Biecheler. Les spécialistes s'accordent pour ne reconnaître qu'une seule espèce au sein de chacun des trois premiers genres, respectivement *F. japonica* Toriumi et Takano, *O. luteus* Carter et *H. akashiwo* (Hada) Hada. Le genre *Chattonella* possède une espèce saumâtre ou marine, le type *C. subsalsa*, et une demi-douzaine d'espèces marines connues surtout du Japon (Hara *in* Fukuyo *et al.*, 1990). Ces différents genres rangés dans la famille des Vacuolariacées se distinguent par la forme et la taille des cellules, le niveau d'insertion des flagelles, le nombre, la disposition et éventuellement la couleur des plastes et enfin la forme et la localisation des trichocystes mucocystes.

Le phytoflagellé observé dans les eaux de Luc-sur-mer en octobre 1991 correspond en tous points à *Fibrocapsa japonica*, chloromonadine décrite des côtes japonaises en 1973 par Toriumi & Takano. Sa diagnose a été récemment complétée par Hara & Chihara (1985) qui l'ont assortie d'une étude ultrastructurale. Les caractères, aisément observables au microscope optique, qui permettent son rattachement aux Raphidophycées, sont nombreux. Néanmoins cette espèce a parfois été confondue avec un dinoflagellé du genre *Prorocentrum* (sous le nom d'*Exuviaella*). L'absence totale de thèque chez *Fibrocapsa* comme chez toutes les Raphidophycées ne devrait pas permettre toutefois cette confusion. La fragilité des chloromonadines dans leur ensemble, due à une absence de paroi squelettique, explique pourquoi elles ne sont pas reconnaissables dans les échantillons de plancton fixé par les méthodes habituelles (lugol ou formol).

En dehors du Japon où *Fibrocapsa japonica* est bien connu et responsable d'eaux rouges, cette espèce n'a été signalée à notre connaissance qu'à deux reprises et uniquement sur les côtes nord-américaines. Récoltée une première fois en 1970 en Californie, à San Diego, par 2m de fond sous un effluent d'eaux usées, elle est considérée au départ comme une espèce d'*Exuviaella* (voir Loeblich & Fine, 1977), puis rapportée à *Fibrocapsa japonica* par Loeblich & Fine (1977) après examen de cultures. Elle est signalée une seconde fois par Smayda & Villareal (1989) sur la côte atlantique des Etats-Unis (Rhode Island, baie de Narragansett): ces auteurs notent qu'elle prolifère abondamment en 1985 de août à novembre, avec un maximum en octobre. L'espèce est par ailleurs un composant sporadique du phytoplancton de cette région.

Bien que *F. japonica* n'ait jamais été mentionné jusqu'ici sur les côtes européennes, il est bien possible qu'il existe ailleurs qu'en France, mais qu'il soit resté inaperçu en raison de sa rareté (?) et surtout de son mode de vie. En effet cette chloromonadine est non seulement néritique mais vraisemblablement benthique: un stade amoeboïde et un stade plasmopodial ont d'ailleurs été décrits en culture (Hara & Chihara, 1985) alors que les kystes ont été observés dans des sédiments au Japon (Yoshimatsu, 1987). *Olisthodiscus luteus* et *Heterosigma akashiwo* sont également néritiques et benthiques: *H. akashiwo* possède un stade non mobile de cellules agglutinées en masse (Hara & Chihara, 1987) alors que *O. luteus* est considéré comme un flagellé psammophile (Hara *et al.*, 1985; Larsen & Moestrup, 1989). Aucune de ces deux dernières espèces

Source : MNHN, Paris

n'a d'ailleurs été observée en France bien que présentes dans le Nord et le Sud de l'Europe. D'une manière générale, de tels organismes sont difficiles à repérer en dehors de périodes d'efflorescences. Une autre hypothèse peut cependant être évoquée à propos de *F. japonica*: il pourrait s'agir d'une introduction récente avec comme vecteur plausible le naissain d'huîtres japonaises importé en Normandie au début des années soixante-dix.

Si le nombre des Raphidophycées marines demeure restreint, celles-ci n'en sont pas moins fort intéressantes, ne serait-ce que parce que plusieurs d'entre elles peuvent provoquer des efflorescences nuisibles dans les régions côtières. C'est le cas notamment de plusieurs espèces de *Chattonella* (en dehors, semble-t-il, de *C. subsalsa* s.str.) et de *Heterosigma akashiwo* qui sont ichtyotoxiques. Les *Chattonella* sévissent surtout au Japon, avec en particulier *C. antiqua* (Hada) Ono et *C. marina* (Subrahmanyan) Hara et Chihara pour lesquels une méthode d'identification basée sur l'utilisation d'anticorps monoclonaux a été mise au point récemment (Hiroishi *et al.*, 1988). *H. akashiwo*, longtemps confondu avec *O. luteus*, est une espèce cosmopolite qui a provoqué ces dernières années des mortalités de poissons dans diverses régions du globe (voir Hallegraeff, 1991) et en particulier en Ecosse et en Irlande. Alors que la toxicité de *O. luteus* s. str. n'est pas connue, *Fibrocapsa japonica* est une des espèces dominantes dans les efflorescences côtières du Japon (Hara & Chihara, 1985) et elle a été associée à la mortalité d'animaux marins (Iwasaki, 1971; Toriumi & Takano, 1973). A ce titre, sa prolifération et son extension éventuelles comme celles de l'ensemble des Raphidophycées marines méritent d'être surveillées.

BIBLIOGRAPHIE

BIECHELER B., 1936 - Sur une chloromonadine nouvelle d'eau saumâtre *Chattonella subsalsa* n. gen., n. sp. *Arch. Zool. Exp. Gen.* 78: 79-83.

CHRETIENNOT-DINET M.J., 1990 - *Atlas du phytoplancton marin. Vol. 3. Chlorarachniophycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnésiophycées, Rhodophycées, Tribophycées.* Editions du CNRS, Paris, 261 p.

FUKUYO Y., TAKANO H., CHIHARA M. & MATSUOKA K. (Edit.), 1990 - *Red tide organisms in Japan - An illustrated taxonomic guide.* Uchida Rokakuho, Tokyo, Japan, 430p.

HALLEGRAEFF G.M., 1991 - *Aquaculturists' guide to harmful australian microalgae.* CSIRO Division of Fisheries, Fishing Industry Training Board of Tasmania Inc., 111 p.

HARA Y. & CHIHARA M., 1985 - Ultrastructure and taxonomy of *Fibrocapsa japonica* (Class Raphidophyceae). *Arch. Protistenk.* 130: 133-141.

HARA Y. & CHIHARA M., 1987 - Morphology, ultrastructure and taxonomy of the raphidophycean alga *Heterosigma akashiwo*. *Bot. Mag. Tokyo* 100: 151-163.

HARA Y., INOUYE I. & CHIHARA M., 1985 - Morphology and ultrastructure of *Olisthodiscus luteus* (Raphidophyceae) with special reference to the taxonomy. *Bot. Mag. Tokyo* 98: 251-262.

HIROISHI S., UCHIDA A., NAGASAKI K. & ISHIDA Y., 1988 - A new method for identification of inter- and intra-species of the red tide algae *Chattonella antiqua* and *Chattonella marina* (Raphidophyceae) by means of monoclonal antibodies. *J. Phycol.* 24: 442-444.

IWASAKI H., 1971 - Studies on the red tide flagellates. VI. On *Eutreptiella* sp. and *Exuviaella* sp., appeared in Bingo-Nada, the Seto Inland Sea, in 1970. *J. Oceanogr. Soc. Japan* 27: 152-157.

Source : MNHN, Paris

LARSEN J. & MOESTRUP Ø., 1989 - *Guide to toxic and potentially toxic marine algae.* The Fish Inspection Service, Ministry of Fisheries, Copenhagen, 61 p.

LOEBLICH A.R. III & FINE K., 1977 - Marine Chloromonads: more widely distributed in neritic environments than previously thought. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 90: 388-399.

MIGNOT J.P., 1976 - Compléments à l'étude des chloromonadines. Ultrastructure de *Chattonella subsalsa* Biecheler flagellé d'eau saumâtre. *Protistologica* 12: 279-293.

SIEBURTH J.McN., JOHNSON P.W. & HARGRAVES P.E.H., 1988 - Ultrastructure and ecology of *Aureococcus anophagefferens* gen. et sp. nov. (Chrysophyceae): the dominant picoplankter during a bloom in Narragansett Bay, Rhode Island, Summer 1985. *J. Phycol.* 24: 416-425.

SMAYDA T. & VILLAREAL T., 1989 - The 1985 "brown-tide" and the open phytoplankton niche in Narragansett Bay during Summer. *In* COSPER E.M., BRICELJ V.M. & CARPENTER E.J. (Eds), *Novel phytoplankton blooms: causes and impacts of recurrent brown tides and other unusual blooms.* Coastal and Estuarine Studies 35, Springer-Verlag, Berlin, pp. 165-187.

SOURNIA A., 1986 - *Atlas du phytoplancton marin. Vol. 1. Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées.* Editions du CNRS, Paris, 219 p.

SOURNIA A., BELIN C., BERLAND B., ERARD- LE DENN E., GENTIEN P., GRZEBYK D., MARCAILLOU-LE BAUT C., LASSUS P. & PARTENSKY F., 1991 - *Le phytoplancton nuisible des côtes de France, de la biologie à la prévention.* CNRS IFREMER, Service de la Documentation et des Publications IFREMER, Brest, 154 p.

TORIUMI S. & TAKANO H., 1973 - *Fibrocapsa*, a new genus in Chloromonadophyceae from Atsumi Bay, Japan. *Bull. Tokai Regional Fish. Res. Lab.* 76: 25-35.

TREGOUBOFF G., 1962 - Sur l'invasion de la baie de Villefranche-sur-mer en juin 1961 par *Chattonella subsalsa* Biecheler. *Cah. Centre Etudes Rech. Biol. Ocean. Méd.* 1: 9-13.

YOSHIMATSU S., 1987 - The cysts of *Fibrocapsa japonica* (Raphidophyceae) found in bottom sediment in Harima-Nada, Eastern Inland Sea of Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan* 34: 25-31.



Source : MNHN, Paris